

TUGAS AKHIR

**STUDI PENGARUH GENANGAN BANJIR JALAN TERHADAP
KINERJA CAMPURAN PERKERASAN BERASPAL DI KOTA
MAKASSAR**

*Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

OLEH :

IGNATIUS S. PASERENG

D 111 07 102



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2014

ABSTRAK

STUDI PENGARUH GENANGAN BANJIR DRAINASE JALAN TERHADAP KINERJA CAMPURAN PERKERASAN BERASPAL DI KOTA MAKASSAR.

Beberapa jalan di Indonesia sering terendam oleh air hujan, seperti yang kita lihat di alam sekitar kita, perkerasan jalan sering mengalami kerusakan terutama lapisan aus perkerasan jalan (*AC-WC*) karena digenangi oleh air. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perendaman air hujan terhadap lapisan aspal. Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh rendaman air hujan terhadap tingkat kekuatan dan keawetan campuran Laston (*AC-WC*)

Hasil persiapan dan pengujian bahan baik agregat dan aspal serta penentuan gradasi campuran *AC-WC* menunjukkan hasil sesuai persyaratan. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dengan menggunakan metode *Marshall*. Selanjutnya pengujian untuk mencari perbandingan nilai stabilitas setelah melakukan perendaman dalam air hujan setelah dilakukan variasi waktu perendaman.

Pengujian tahap I memperoleh kadar aspal optimum 5,75%. Dari hasil pengujian nilai stabilitas meningkat dari kadar aspal 4% sampai 5.5% dan stabilitas menurun setelah penambahan kadar aspal sampai 6%, nilai flow, VMA, VFB, MQ semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar aspal sedangkan nilai VIM semakin menurun dengan penambahan kadar aspal. Pengujian tahap II perendaman modifikasi waktu menghasilkan nilai stabilitas mengalami penurunan kekuatan dan keawetan campuran laston seiring dengan penambahan durasi waktu perendaman terhadap sampel penelitian.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB. I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	I - 1
1.2. Rumusan Masalah	I – 2
1.3.Maksud dan Tujuan	I - 2
1.3.1 Maksud	I - 2
1.3.2 Tujuan	I - 3
1.4. Batasan Masalah	I - 3
1.5. Sistematika Penulisan	I - 3

BAB. II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Tentang Jaringan Jalan	II - 1
2.2 Perkerasan Jalan	II - 3
2.2.1 Perkerasan Lentur(<i>Flexible Pavement</i>)	II - 4
2.2.2 Bahan Penyusun Perkerasan Lentur	II - 7
2.2.3. Perkerasan komposit	II-10
2.3.Kerusakan Pada Perkerasan Lentur	II -10
2.3.1 Kerusakan Retak Permukaan	II -10
2.3.2. Kerusakan Perubahan Bentuk Permukaan	II -13
2.4. Kerusakan Pada Perkerasan Kaku	II -14
2.4.1 Kerusakan Disebabkan Oleh Karakteristik Permukaan	II- 14
2.4.2 Kerusakan Struktur	II -14
2.5 Pengertian Banjir	II – 15

BAB. III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.Umum	III - 1
3.2.Flowchart Penelitian	III - 2
3.3. Penyiapan Bahan dan Alat.....	III - 3
3.3.1. Penyiapan Bahan	III – 3
3.3.2. Penyiapan Alat	III - 3
3.4.Pengujian Sifat Bahan	III – 4

3.4.1	Sifat bahan agregat	III – 4
3.4.2	Pengujian bahan aspal	III – 5
3.5	Penentuan jumlah dan persiapan benda uji	III – 6
3.6	Rancangan campuran	III – 7
3.7	Pembuatan benda uji pada kadar aspal optimum	III – 8
3.8	Pengujian pada campuran dengan kadar aspal optimum...	III – 9
3.8.1	Pengujian perendaman Marshall (<i>Marshall Immersion</i>) standar	III – 9
3.8.2	Pengujian perendaman Marshall (Marshall Immersion) modifikasi	III – 9
3.9	Penyajian dan analisis data	III – 9
3.9.1	Penyajian data	III – 10
3.9.2	Analisis data	III – 10
3.10	Kesimpulan dan saran	III – 10

BAB. IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Penyajian Data	IV - 1
4.1.1.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat	IV - 1
4.1.2.	Pemeriksaan Karakteristik Aspal	IV - 2
4.2.	Analisa Rancangan Campuran	IV – 3
4.3.	Pembuatan Benda Uji Pada Penentuan KAO	IV – 4
4.3.1.	Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana.....	IV - 4

4.3.2 Penentuan Berat Agregat dan Berat Aspal Dalam	
Campuran	IV - 5
4.3.3 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran ..	IV - 6
4.4 Analisis Data Pada Penentuan Kadar Aspal Optimum	IV- 7
4.5 Pembahasan	IV- 11
4.5.1 Data Uji <i>Marshall</i> Penentuan Kadar Aspal Optimum	
(KAO)	IV- 11
4.6 Data Pengujian Campuran Pada Kadar Aspal Optimum	IV- 13
4.6.1 Data pengujian Perendaman <i>Marshall</i> Standar	
(<i>Marshall Immersion</i>)	IV- 13
4.7. Analisis Data Pengujian Perendaman <i>Marshall</i> Modifikasi...	IV-14
4.8 Hubungan lama perendaman dengan Stabilitas	IV-15
4.9 Analisis Lama Perendaman Dan Suhu Terhadap Aspal	IV-18

BAB. V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	V - 1
5.2. Saran	V - 1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan petunjukNya sehingga penulisan tugas akhir ini yang merupakan salah satu prasyarat untuk menyelesaikan studi pada program strata satu Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penyelesaian studi dan penulisan tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari beberapa pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, sebagai sang motivator sejati dalam penyelesaian tugas akhir ini
2. Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS, M.Eng, Selaku ketua jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Dr. Ir. H. Nur Ali, MT. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Dr. Eng. Muralia Hustin, ST. MT selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Para Dosen dan Staf administrasi jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Kepala dan Staf Laboratorium Rekayasa Transportasi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin
7. Para Asisten Laboratorium Transportasi Universitas Hasanuddin.

8. Para senior, keluarga C'07 dan junior yang telah membantu dan member motivasi
9. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran penulis harapkan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan. Amin.

Makassar, Februari 2014

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan petunjukNya sehingga penulisan tugas akhir ini yang merupakan salah satu prasyarat untuk menyelesaikan studi pada program strata satu Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penyelesaian studi dan penulisan tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari beberapa pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, sebagai sang motivator sejati dalam penyelesaian tugas akhir ini
2. Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS, M.Eng, selaku ketua jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Dr. Ir. H. Nur Ali, MT. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Dr. Eng. Muralia Hustin, ST. MT selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Para Dosen dan Staf administrasi jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Kepala dan Staf Laboratorium Rekayasa Transportasi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin
7. Para Asisten Laboratorium Transportasi Universitas Hasanuddin.

8. Para senior, keluarga C'07 dan junior yang telah membantu dan member motivasi
9. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran penulis harapkan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan. Amin.

Makassar, Februari 2014

Penulis

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jenis dan Metode Pengujian Agregat.....	III-5
Tabel 3.2 Persyaratan Aspal Keras Pen.60/70.....	III-6
Tabel 3.3 Penentuan Jumlah Benda Uji.....	III-7
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Bahan Agregat.....	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat.....	IV-2
Tabel 4.3 Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak Pen 60/70.....	IV-2
Tabel 4.4 Rancangan Campuran Laston AC-WC.....	IV-3
Tabel 4.5 Berat Aspal dan Agregat Pada Campuran AC-WC.....	IV-6
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	IV-6
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum....	IV-12
Tabel 4.8 Data pengujian Perendaman <i>Marshall</i> Standar (<i>Marshall Immersion</i>).IV-13	
Tabel 4.9 Perbandingan Berat Benda Uji Sebelum Dan Setelah Direndam.....	IV-14

Tabel 4.10 Perbandingan benda uji sebelum dan setelah direndam.....	IV-15
---	-------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Perkerasan Lentur Jalan.....	II-5
Gambar 2.3	Struktur Perkerasan Komposi.....	II-10
Gambar 4.1	Gradasi Agregat Gabungan AC-WC.....	IV-4
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap Stabilitas.....	IV-7
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap Flow	IV-8
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap MQ.....	IV-9
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VIM	IV-9
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VMA.....	IV-10
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VFA.....	IV-11
Gambar 4.8	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-WC	IV-13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genangan air yang terjadi di Kota Makassar berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat terutama pada sarana transportasi darat. Ada beberapa infrastruktur jalan dalam Kota Makassar yang terkena dampak genangan dan limpasan air di badan jalan. Dampak pada konstruksi jalan yaitu perubahan bentuk lapisan permukaan jalan berupa lubang (*potholes*), bergelombang (*rutting*), retak-retak dan pelepasan butiran (*ravelling*) serta gerusan tepi yang menyebabkan pelayanan kinerja jalan menjadi menurun.

Perencanaan prasarana jalan di suatu wilayah perkotaan mulai dari tahapan pra survei, survei, perencanaan dan perancangan teknis, pelaksanaan pembangunan fisiknya hingga pemeliharaan harus integral dan tidak terpisahkan sesuai kebutuhan saat ini dan prediksi umur pelayanannya di masa mendatang agar tetap terjaga ketahanan fungsionalnya.

Secara topografi Kota Makassar dicirikan dengan keadaan dan kondisi sebagai berikut: tanah relatif datar, bergelombang, dan berbukit serta berada pada ketinggian 0-25 meter diatas permukaan laut (dpl) dengan tingkat kemiringan lereng (elevasi) 0-15%. Sementara itu, dilihat dari klasifikasi kelerengannya, sebagian besar berada pada kemiringan 0-8%. Kondisi kawasan seperti ini terancam rawan banjir akibat luapan kanal dengan intensitas curah hujan rata-rata maksimum 200 mm/jam.

Dalam pengamatan empiris menunjukan bahwa timbulnya genangan air di atas permukaan jalan dominan disebabkan oleh *sistem drainase* jalan yang tidak

terintegrasi dengan sistem tata air spasial areal sekitar jalan serta semakin kecil luas *catchment area* akibat penataan ruang yang tidak terkendali.

Melalui penelitian ini, akan dicoba melihat bagaimana pengaruh sistem drainase terhadap karakteristik jalan beraspal di Kota Makassar. Yang menjadi hulu permasalahan ini adalah pada aspek makro antara lain kebijakan pengelolaan penataan ruang wilayah yang belum optimal dan konsisten. Untuk itu dalam merencanakan pembangunan drainase sepanjang tepi jalan raya diperlukan bangunan-bangunan pelengkap drainase seperti gorong-gorong, jembatan, talang air atau bangunan lainnya, terutama pada perpotongan jalan dengan sungai, saluran banjir atau saluran irigasi dan saluran air baku.

Jadi berdasarkan uraian tersebut diatas, kemudian dijadikan latar belakang untuk melakukan penelitian di laboratorium dan menuliskannya dalam bentuk tugas akhir yang berjudul: ***“Pengaruh Genangan Banjir Drainase Jalan Terhadap Kinerja Campuran Perkerasan Beraspal di Kota Makassar”***.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh genangan air terhadap kerusakan jalan.
2. Faktor-faktor apakah yang menyebabkan terjadinya genangan air.

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik campuran perkerasan beraspal di Kota Makassar jika di genangi air.

1.3.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menjelaskan pengaruh genangan air terhadap kerusakan jalan.
2. Untuk mengetahui nilai kerusakan jalan setelah terendam oleh air hujan.

1.3.3 Batasan Masalah

Demi tercapainya penelitian diperlukan suatu batasan dalam penulisan agar pembahasannya tidak meluas sehingga tujuan dari penulisan dapat tercapai dan dipahami. Adapun ruang lingkup penulisan yang dijadikan batasan sebagai batasan dalam penulisan adalah:

1. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium.
2. Sumber campuran beton aspal yang dipakai pada penelitian terdiri dari:
 - a. Coarse Agregat (Agregat Kasar)
 - b. Fine Agregat (Agregat Halus)
 - c. Fraksi Filler
 - d. Asphalt
3. Mengidentifikasi nilai stabilitas setelah dilakukan perendaman dengan air hujan.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang berurutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang diagram alir penelitian, bahan, lokasi, dan waktu penelitian, metode-metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Merupakan bab yang membahas tentang pemeriksaan karakteristik bahan pengikat, agregat dan filler serta menentukan komposisi agregat desain serta menentukan desain mix AC-WC serta membuat briket yang selanjutnya dilakukan pengujian terhadap karakteristik marshall serta memuat pembahasan mengenai hasil pengujian dan pengaruhnya terhadap parameter marshall.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup yang memberikan kesimpulan dan saran-saran yang direkomendasikan untuk keberlanjutan studi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Tentang Jaringan Jalan

Jaringan jalan/lintasan merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan sangat penting dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Dengan kata lain, jaringan jalan adalah suatu konsep matematis yang dapat digunakan untuk menerangkan secara kuantitatif sistem transportasi yang mempunyai karakteristik ruang. Jaringan ini terdiri dari simpul (Node) dan ruas (Link), di mana simpul mewakili suatu titik tertentu pada ruang, sedangkan ruas adalah yang menghubungkan titik-titik tadi. Simpul dan ruas diharapkan meningkatkan aksesibilitas untuk para pengguna jasa.

Undang-undang Republik Indonesia No.38 Tahun 2004 menyebutkan bahwa jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Merujuk pada undang-undang RI No.38 Tahun 2004 jaringan jalan dapat diklasifikasikan peran dan wewenang pembinaannya. Seperti Jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya dan Jalan Khusus.

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya yaitu :

- a. Jalan arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpulan atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk yang dibatasi.

- c. Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk yang tidak dibatasi.

Jalan arteri merupakan jalan utama, sedangkan jalan kolektor dan lokal adalah jalan minor. Adapun klasifikasi jaringan jalan berdasarkan dimensi dan muatan sumbu diatur oleh UU No.43 Tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan dengan membaginya dalam beberapa kelas, yaitu :

- a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dalam ukuran lebar tidak lebih 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 18 ton.
- b. Jalan kelas II, yaitu jalan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton.
- c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.
- d. Jalan kelas IIIB, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.
- e. Jalan kelas IIIC, yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 9 meter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.

Berdasarkan administrasi pembinaan jalan, maka jaringan jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a. Jalan Negara/Nasional, yaitu jalan yang dibina oleh pemerintah pusat. Yang termasuk jalan nasional adalah jalan arteri primer, jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibu kota propinsi dan jalan lain yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan nasional.
- b. Jalan propinsi yaitu jalan yang dibina oleh Pemerintah Daerah Tingkat I. Yang termasuk jalan propinsi adalah jalan kolektor primer yang menghubungkan ibu kota propinsi dengan ibu kota Kabupaten/Kotamadya.
- c. Jalan Kabupaten/Kotamadya, yaitu jalan yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat II. Yang termasuk jalan kabupaten adalah jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan propinsi, jalan lokal primer, jalan sekunder dan jalan lain yang tidak termasuk dalam kelompok jalan nasional dan propinsi.

Membangun ruas dan jalan baru maupun peningkatan diperlukan tiga hipotesis yang menghasilkan jenis model yang berbeda-beda dalam memilih rute jaringan yaitu:

- a. Pembebanan *all-or-nothing* memakai jalan secara rasional memilih rute terpendek yang meminimumkan hambatan transportasi (jarak, waktu dan biaya).
- b. Pembebanan banyak ruas diasumsikan memakai jalan tidak mengetahui informasi yang tepat mengenai rute yang tercepat. Pengendara memilih rute yang dipikirkan adalah rute yang tercepat, tetapi persepsi yang berbeda untuk setiap memakai jalan mengakibatkan bermacam-macam rute yang akan dipilih antara dua zona tertentu.
- c. Pembebanan berpeluang, memakai jalan menggunakan beberapa faktor rute dimana dalam pemilihan rutanya dengan meminimumkan hambatan transportasi.

2.2. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang

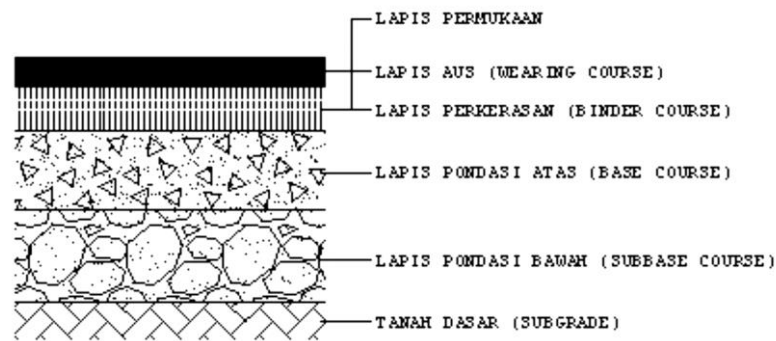
berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Silvia Sukirman, 2003).

Berdasarkan bahan penyusun dan pengikatnya, menurut S. Sukirman (1999), konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton tersebut.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

2.2.1 Perkerasan Lentur(*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat perkerasan sehingga sifat perkerasan lebih lentur, memiliki deformasi yang lebih besar dan dapat bertahan sampai 20 tahun dengan mempertimbangkan pertumbuhan lalu lintas tiap tahun jika konstruksi perkerasan dikerjakan dengan baik dan penggunaan material yang sesuai standar spesifikasi dan spesifikasi desain digunakan secara benar. Demikian pula dengan perbaikan/pemeliharaan secara periodik harus selalu dilakukan sebelum diperlukan rekonstruksi yang lebih besar.



Gambar 2.1 . Struktur Perkerasan Lentur Jalan

Fungsi masing-masing lapisan tersebut adalah :

1. Lapis Permukaan.

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan dapat meliputi:

- a. Struktural, dimana ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban vertikal maupun beban horizontal (gaya geser).
- b. Non Struktural, dalam hal ini mencakup :
 - 1) Lapis kedap air, mencegah masuknya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada di bawahnya.
 - 2) Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup.
 - 3) Membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien gerak (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin tersedianya keamanan lalu lintas.
 - 4) Sebagai lapisan aus, yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan yang baru.

Lapis permukaan itu sendiri masih bisa dibagi lagi menjadi dua lapisan lagi, yaitu:

1) Lapis Aus (*Wearing Coarse*)

Lapis aus (*wearing coarse*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di atas lapis antara (*binder coarse*). Fungsi dari lapis aus adalah (Nono, 2007) :

- a) Mengamankan perkerasan dari pengaruh air.
- b) Menyediakan permukaan yang halus.
- c) Menyediakan permukaan yang kesat.

2) Lapis Antara (*Binder Coarse*)

Lapis antara (*binder coarse*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di antara lapis pondasi atas (*base coarse*) dengan lapis aus (*wearing coarse*). Fungsi dari lapis antara adalah (Nono, 2007):

- a) Mengurangi tegangan.
- b) Menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Coarse*)

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah. Fungsi lapis ini adalah :

- a. Lapis pendukung bagi lapis permukaan.
- b. Pemikul beban horizontal dan vertikal.
- c. Lapis perkerasan bagi pondasi bawah.

3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Coarse*)

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis ini adalah :

- a. Penyebar beban roda.

- b. Lapis peresapan.
- c. Lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi.
- d. Lapis pertama pada pembuatan perkerasan.

4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

2.2.2 Bahan Penyusun Perkerasan Lentur

2.2.2.1 Agregat

Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkerasan jalan karena jumlah yang dibutuhkan dalam campuran perkerasan umumnya berkisar antara 90%-95% dari berat total campuran atau 75%-85% dari volume campuran (*The Asphalt Institute*, 1983). Disamping dari segi jumlahnya, agregat juga berperan penting terhadap daya dukung perkerasan jalan, yang sebagian besar ditentukan oleh karakteristik agregat yang digunakan.

Agregat sebagai salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Pemakaian agregat sebagai bahan perkerasan jalan perlu diperhatikan mengenai gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir tekstur permukaan, porositas, absorpsi berat jenis dan daya kelekatan aspal.

Berdasarkan besar partikel-partikel agregat dibedakan atas:

1. Agregat kasar : agregat $> 4,75$ mm menurut ASTM atau > 2 mm menurut AASHTO.
2. Agregat halus : agregat $< 4,75$ mm menurut ASTM atau < 2 mm dan > 0.075 mm menurut AASHTO.

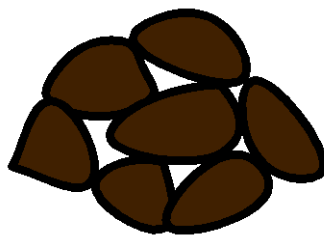
3. Abu batu/mineral *filler* : agregat halus yang umumnya lolos saringan no. 200.

Sifat-sifat agregat antara lain adalah :

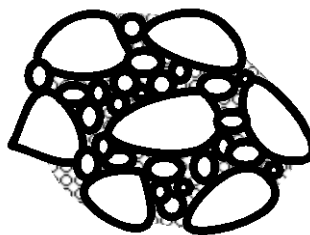
A. Gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan jalan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

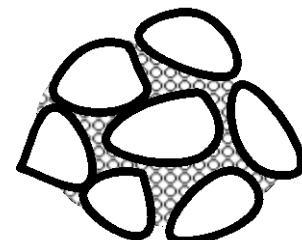
- a) Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak ruang/rongga kosong antara agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.
- b) Gradasi rapat (*dense graded*) merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*).
- c) Gradasi buruk/jelek (*poorly graded*) merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Gradasi ini disebut juga gradasi senjang dan akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis tersebut di atas. (Sukirman S, 1999:45).



a. Gradasi Seragam



b. Gradasi Rapat



c. Gradasi buruk/jelek

B. Daya tahan agregat

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis atau kimia. Degradasi didefinisikan sebagai kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas.

Faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi :

1. Jenis agregat, jenis agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras,
2. Gradasi, gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar dari pada gradasi rapat,
3. Bentuk, partikel bulat akan mengalami degradasi yang lebih besar dari yang berbentuk kubus/bersudut,
4. Ukuran partikel, partikel yang lebih kecil mempunyai tingkat degradasi yang lebih kecil dari pada partikel dengan ukuran besar,
5. Energi pemadatan, degradasi akan terjadi lebih besar pada pemadatan dengan menggunakan energi pemadatan yang lebih besar.

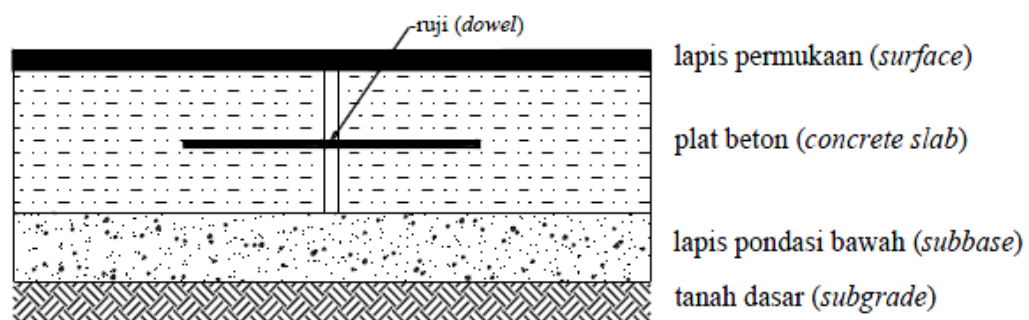
C. Bentuk dan tekstur agregat

1. Bulat, yaitu agregat yang dijumpai di sungai, pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat.
2. Lonjong, dikatakan lonjong bila ukuran terpanjangnya $>1,8$ kali diameter rata-rata;

3. Kubus, merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu (*crusher stone*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas, (berbentuk bidang rata sehingga memberikan *interlocking/saling mengunci* yang lebih besar);
4. Pipih, dapat merupakan hasil dari mesin pemecah batu maupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih;
5. Tak beraturan, merupakan agregat yang tidak mengikuti salah satu yang disebutkan di atas.

2.2.3. Perkerasan komposit

Yaitu perkerasan kaku dengan pelat beton semen sebagai lapis pondasi dan aspal beton sebagai lapis permukaan. Perkerasan kaku ini sering digunakan sebagai *runway* lapangan terbang.



Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Komposit

2.3. Kerusakan Pada Perkerasan Lentur

2.3.1. Kerusakan Retak Permukaan

Retak permukaan perkerasan lentur mempunyai bermacam-macam bentuk. Pola keretakan pada umumnya adalah sama untuk berbagai penyebab keretakan dan untuk tingkat kerusakan yang sama. Jenis retak permukaan yang sering terjadi adalah:

a. Retak Rambut (*Hair Crack*)

Awal terjadinya kerusakan pada perkerasan lentur adalah terlihat adanya retak rambut pada permukaan. Hal ini disebabkan oleh:

1. pelapukan dari lapis perkerasan permukaan yang termakan usia,
2. lapis perkerasan dan tanah dasar dibawah lapis permukaan kurang stabil,
3. lebar retakan $\leq 3\text{mm}$,

Kerusakan ini menyebabkan permukaan menjadi tidak kedap dan untuk memperbaikinya diperlukan pelaburan aspal.

b. Retak Kulit Buaya (*Alligator Crack*)

Merupakan perkembangan dari retak halus dengan lebar celah $> 3\text{mm}$, keretakan saling berhubungan membentuk kotak-kotak besar dan kecil yang menyerupai kulit buaya. Hal ini dapat disebabkan oleh:

1. kondisi lapis pondasi agregat dan lapis pondasi bawah agregat serta lapisan tanah bawah yang kurang stabil.
2. adanya air tanah yang masuk ke lapis pondasi agregat atau air permukaan yang masuk lewat celah-celah keretakan.

Kerusakan ini dapat berkembang menjadi lubang karena terjadinya pelepasan butir, dan dapat ditangani dengan pembongkaran dan penambalan dengan bahan yang sama.

c. Retak Pinggir (*Edge Crack*)

Retak yang terjadi pada arah memanjang pada bagian tepi dekat bahu jalan, bercabang atau tidak bercabang. Retak pinggir disebabkan oleh dukungan samping dari bahu jalan yang kurang atau material perkerasan dibawahnya mengalami

penurunan, serta dapat diperbaiki dengan pelaburan aspal dan pasir untuk meratakan serta bahu jalan dipadatkan lagi.

d. Retak Sambungan Perkerasan dan Bahu Jalan

Terjadi pada arah memanjang sambungan antara perkerasan dan bahu jalan yang diperkeras. Kerusakan ini disebabkan oleh penurunan dari material dibawah bahu jalan yang diperkeras karena bahu jalan sering dilewati. Kerusakan ini dapat diperbaiki dengan pelaburan aspal dan pasir untuk mengisi retakan, dan bahu jalan dipadatkan kembali.

e. Retak Sambungan Pelebaran

Terjadi pada arah memanjang sambungan antara perkerasan lama dengan pelebaran (perkerasan baru). Retak ini dapat diperbaiki dengan pelaburan aspal dan pasir untuk mengisi retakan serta diberi overlay pada pelebaran untuk mendapatkan ketinggian yang sama.

f. Retak Refleksi

Terjadi pada lapisan ulang dari perkerasan aspal diatas perkerasan semen/perkerasan kaku (*rigid pavement*). Kerusakan ini mengikuti pola retakan perkerasan semen yang dapat berbentuk retak kearah memanjang, diagonal, melintang maupun pola lain. Retak refleksi disebabkan oleh pergerakan vertikal atau horizontal dibawah lapis ulang karena beban lalu-lintas, temperatur dan pergerakan tanah berlebihan. Diperbaiki dengan pelaburan aspal dan pasir untuk mengisi retakan > 3mm.

g. Retak Susut (*Shrinkage Crack*)

Terjadi karena perubahan volume perkerasan aspal pada campuran dengan kadar aspal tinggi, retak saling bersambungan membentuk kotak besar dan bersudut tajam.

Kerusakan ini diperbaiki dengan pengisian aspal emulsi pada keretakan dan pelapisan ulang.

h. Retak Selip (*Slippage Crack*)

Disebabkan karena gaya horisontal dari kendaraan (gaya rem), tidak berfungsinya lapis pengikat (*take coat*) antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya. Diperbaiki dengan membongkar bagian yang lepas dan mengisi kembali dengan bagian yang sama.

2.3.2. Kerusakan Perubahan Bentuk Permukaan

a) Alur (*Channeling*)

Mempunyai bentuk seperti alur yang sejajar dengan sumbu jalan, diakibatkan oleh roda kendaraan dan pemadatan lapisan campuran aspal yang kurang sempurna sehingga stabilitas rendah dan terjadi deformasi plastis. Kerusakan ini dapat ditangani dengan overlay memakai material yang sama.

b) Keriting (*Corrugation*)

Kerusakan Keriting dapat terjadi kearah melintang dan memanjang jalan. Lebih banyak terjadi pada persimpangan jalan akibat adanya kendaraan yang berhenti di jalan, atau terjadi pada daerah perbukitan untuk jalan yang menurun akibat gaya rem. Kerusakan ini dapat diperbaiki dengan dikupas dengan alat *cold milling* dan dilapis ulang.

c) Ambblas (*Depression*)

Penurunan setempat dengan atau tanpa disertai retakan, bisa berkembang menjadi lubang karena genangan air. Disebabkan oleh lalu lintas berat yang melebihi beban rencana dan pelaksanaan yang kurang baik serta penurunan dasar .

d) Lubang (*Pothole*)

Disebabkan oleh drainase yang kurang baik serta penanganan yang terlambat dari retakan. Kerusakan ini dapat diperbaiki dengan patching untuk memperbaiki.

2.4. Kerusakan Pada Perkerasan Kaku

Dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan perkerasan kaku sangat penting diketahui penyebab kerusakannya. Jalan beton dapat mengalami kerusakan pada slab, lapis pondasi dan tanah dasarnya.

2.4.1. Kerusakan Disebabkan Oleh Karakteristik Permukaan

- 1) **Retak setempat**, yaitu retak yang tidak mencapai bagian bawah dari slab.
- 2) **Patahan (*faulting*)**, adalah kerusakan yang disebabkan oleh tidak teraturnya susunan di sekitar atau di sepanjang lapisan bawah tanah dan patahan pada sambungan slab, atau retak-retak.
- 3) **Deformasi**, yaitu ketidakrataan pada arah memanjang jalan.
- 4) **Abrasi**, adalah kerusakan permukaan perkerasan beton yang dapat dibagi menjadi :
 - a) **Pelepasan Butir**, yaitu keadaan dimana agregat lapis permukaan jalan terlepas dari campuran beton sehingga permukaan jalan menjadi kasar.
 - b) **Pelician (*polishing*)**, yaitu keadaan dimana campuran beton dan agregat pada permukaan menjadi amat licin disebabkan oleh gesekan-gesekan.
 - c) **Aus**, yaitu terkikisnya permukaan jalan disebabkan oleh gesekan roda kendaraan.

2.4.2. Kerusakan Struktur

- (1) **Retak-retak**, yaitu retak-retak yang mencapai dasar slab.

(2) **Melengkung (*buckling*)**, yang terbagi menjadi

- a) **Jembul (*Blow up*)**, yaitu keadaan dimana slab menjadi tertekuk dan melengkung disebabkan tegangan dari dalam beton.
- b) **Hancur**, yaitu keadaan dimana slab beton mengalami kehancuran akibat dari tegangan tekan dalam beton. Pada umumnya kehancuran ini cenderung terjadi di sekitar sambungan.

2.5. Pengertian Banjir

Banjir merupakan permasalahan umum yang sering terjadi di sebagian wilayah Indonesia . Banjir adalah peristiwa tergenang dan terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Banjir dapat terjadi karena peluapan air yang berlebihan di suatu tempat akibat hujan besar, peluapan air sungai, atau pecahnya bendungan sungai. Banjir menimbulkan kerugian baik berupa harta benda maupun jiwa manusia. Banjir dapat merusak prasarana lingkungan hidup manusia misalnya rusaknya jalan yang dapat mengganggu kelancaran transportasi, rusaknya jaringan irigasi dan tanaman pangan yang dilanda oleh banjir sehingga menimbulkan kesulitan yang berat pada sektor produksi dan distribusi pangan

Peningkatan penduduk yang tinggi memberikan konsekuensi kebutuhan air terutama untuk air minum meningkat. Intrusi air laut dan penurunan tanah di Makassar akibat pemompaan air tanah yang begitu besar merupakan masalah yang belum teratasi. Banjir meningkat tajam baik secara kualitas maupun kuantitas. Sistem drainase tidak dapat menampung air hujan di musim penghujan.

Banyak faktor yang menjadi penyebab banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir yang

disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia.

Yang termasuk sebab-sebab alami diantaranya adalah:

a. Curah hujan

Indonesia mempunyai iklim tropis sehingga sepanjang tahun mempunyai dua musim yaitu musim hujan, umumnya terjadi antara bulan Oktober sampai bulan Maret, dan musim kemarau terjadi antara bulan April sampai bulan September. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai, dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan timbul genangan atau banjir.

b. Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolik (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dan lain-lain, merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

c. Kapasitas sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan berasal dari erosi, DPS, dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai itu karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan lahan yang tidak tepat.

d. Kapasitas Drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

e. Pengaruh air pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*backwater*).

Yang termasuk sebab-sebab banjir karena tindakan manusia adalah:

a. Perubahan kondisi DPS

Perubahan DPS seperti penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tata guna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena meningkatnya aliran banjir.

b. Kawasan kumuh

Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat merupakan penghambat aliran.

c. Sampah

Disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan tidak baik, umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah di jumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

d. Bendung dan bangunan air

Bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (*backwater*).

e. Kerusakan bangunan pengendali banjir

Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

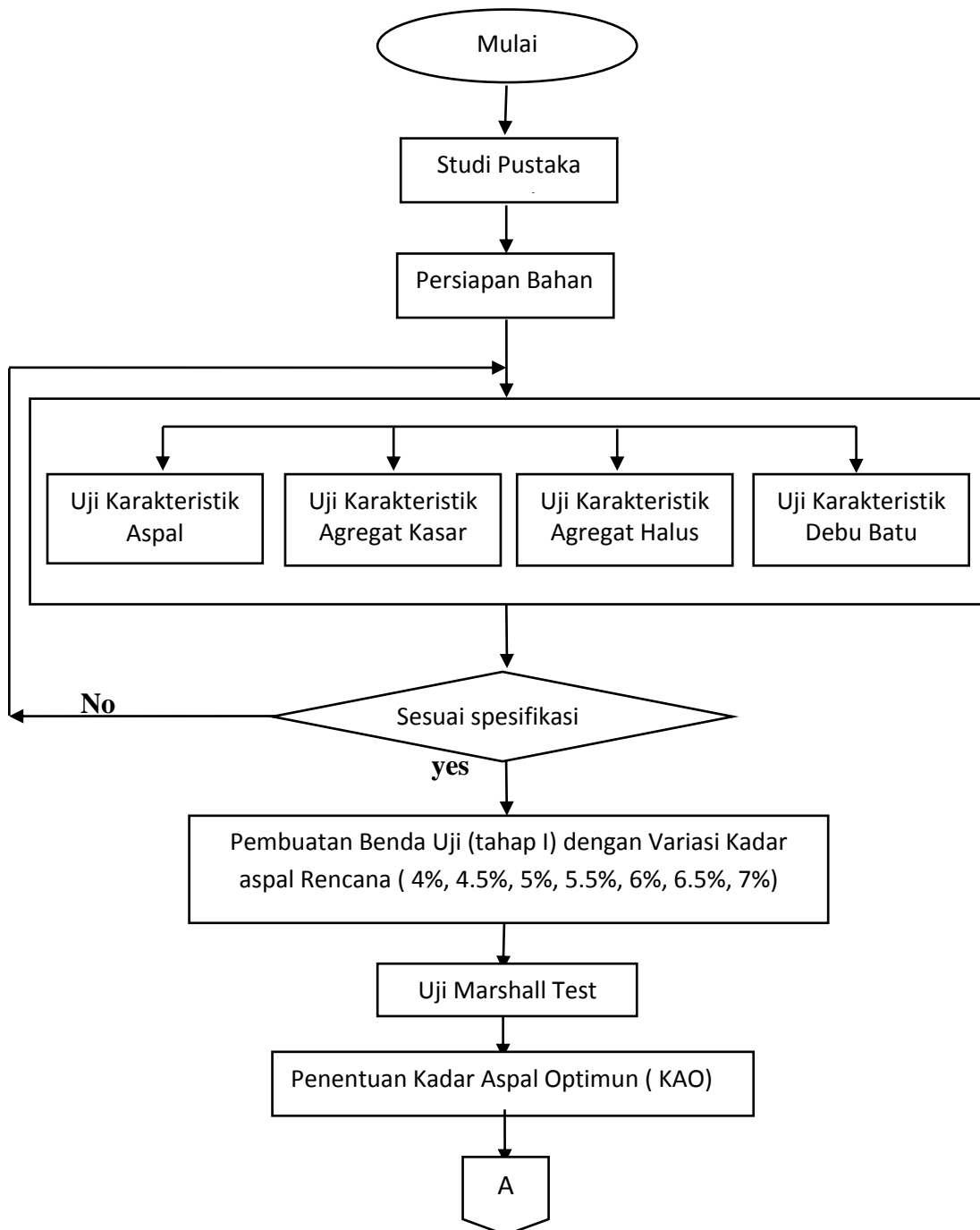
3.1 Umum

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium dengan dasar menggunakan sistem pencampuran aspal panas *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) dengan panduan *The Asphalt Institute (1997)* yang merupakan dasar dari pembangunan jalan raya dan banyak digunakan oleh Bina Marga. Sedangkan standar-standar pengujian yang digunakan sebagian menggunakan standar yang dikeluarkan oleh *The Asphalt Institute (1997) Superpave Series No.1 (SP-1)* namun sebagian besar mengadopsi dari metode-metode yang disahkan atau distandarkan oleh Bina Marga yang berupa SK-SK SNI.

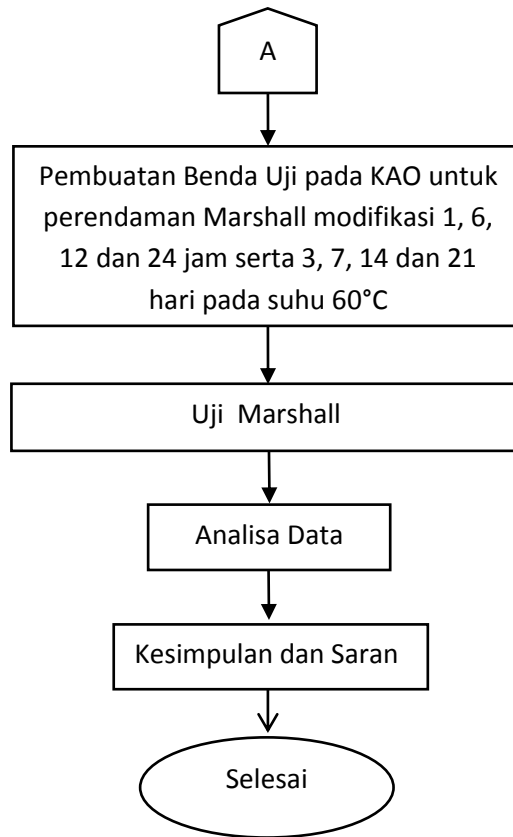
Di dalam penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat (kasar, halus dan *filler*), aspal dan pengujian terhadap campuran (uji Marshall). Pengujian terhadap agregat termasuk pemeriksaan berat jenis, pengujian abrasi dengan mesin *Los Angeles*, kelekatan terhadap aspal, indeks kepipihan dan penyerapan air. Untuk pengujian aspal termasuk juga pengujian penetrasi, titik nyala-titik bakar, titik lembek, kehilangan berat, daktilitas dan berat jenis. Sedangkan metode yang digunakan sebagai penguji campuran adalah metode *Marshall*, dimana dari pengujian Marshall tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen *Marshall*, yaitu stabilitas, *flow*, *void in total mix* (VITM), *void filled with asphalt* dan kemudian dapat dihitung *Marshall Quotient*-nya. Pengujian terakhir adalah berupa uji rendaman *Marshall* atau uji *Immersion* untuk menentukan nilai stabilitas dan indeks kekuatan sisa (IKS).

3.2. Flowchart Penelitian

Langkah kerja penelitian dapat dilihat dalam diagram alir (flowchart) berikut ini:



Gambar 3.1 flowchart penelitian



Gambar 3.1 Lanjutan flowchart penelitian

3.3 Penyiapan Bahan dan Alat

Sebelum Kegiatan penelitian bahan campuran yang akan dilakukan di laboratorium yang meliputi pengujian sifat bahan agregat dan aspal, terlebih dahulu bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian itu dipersiapkan.

3.3.1 Penyiapan bahan

Kegiatan pengujian sifat bahan dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari setiap bahan uji, apakah bahan tersebut mempunyai karakteristik yang memenuhi spesifikasi untuk digunakan. Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Material agregat kasar, agregat halus dan *filler* diambil dari dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil *stone crusher* PT. Cisco Sinar Jaya Propinsi Sulawesi Selatan.
- b. Aspal minyak diambil dari Laboratorium Bidang Pengujian dan Pengembangan Teknologi Dinas Bina Marga Propinsi Sulawesi Selatan.

3.3.2 Penyiapan alat

Kegiatan penyiapan alat dimaksudkan sebagai penunjang didalam melakukan penelitian untuk mendapatkan hasil-hasil dari pengujian sifat bahan dan pemeriksaan karakteristik *Marshall* campuran dengan menggunakan alat *Marshall*. Adapun alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini semuanya terdapat dalam Laboratorium Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

3.4 Pengujian sifat bahan

Kegiatan pengujian sifat bahan dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari setiap bahan uji, apakah bahan tersebut mempunyai karakteristik yang memenuhi spesifikasi untuk digunakan dalam campuran beton aspal.

3.4.1 Sifat bahan agregat

Bahan yang digunakan yang akan diuji berupa agregat kasar, agregat halus dan filler. Yang dimaksud dengan agregat kasar ialah bahan agregat yang tertahan diatas saringan N0.4 atau 4,76 (menurut SNI,1989) berupa batu pecah atau kerikil pecah. Sedangkan agregat halus adalah bahan agregat yang lolos saringan No.4 atau 4,76 mm (menurut SNI, 1989), berupa pasir dan untuk bahan pengisi (*filler*) yang akan diuji untuk bahan campuran beton aspal berupa debu batu yang lolos saringan No.200 atau 0,075 mm. Jenis dan metode pengujian yang akan dilakukan dari bahan agregat kasar, halus dan filler yang harus dipenuhi dalam penelitian ini diberikan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jenis dan Metode Pengujian Agregat

No	Pengujian	Metoda	Syarat
1. Agregat Kasar			
1	Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	$\leq 3 \%$
2	Berat jenis bulk	SNI 03-1070-1990	$\geq 2.5 \text{ gr/cc}$
3	Berat jenis semu	SNI 03-1969-1990	-
4	Berat jenis efektif	SNI 03-1969-1990	-
5	Keausan / Los Angeles Abrasion Test	SNI 03-2417-1991	$\leq 40 \%$
6	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	$\geq 95\%$
7	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D-4791	Maks 10 %
2. Agregat Halus			
1	Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	$\leq 3 \%$
2	Berat jenis bulk	SNI 03-1970-1990	$\geq 2.5 \text{ gr/cc}$
3	Berat jenis semu	SNI 03-1970-1990	-
4	Berat jenis efektif	SNI 03-1970-1990	-
5	Sand equivalent	SNI-03-4428-1997	50%
3. Filler			
1	Berat jenis	SNI 15-2531-991	$\geq 1 \text{ gr/cc}$

3.4.2 Pengujian bahan aspal

Didalam pengujian ini jenis bahan aspal minyak digunakan jenis aspal keras dengan penetrasi 60/70, karena aspal dengan penetrasi 60/70 lebih umum digunakan

terutama di daerah Sulawesi yang mempunyai suhu yang cukup tinggi. Jenis pengujian dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Persyaratan Aspal Keras Pen.60/70

Jenis Aspal (Sesuai Penetrasi)	Metode	Pen. 60/70
Penetrasi (25°C, 100gr, 5 det)	SNI 06-2456-1991	60-79
Titik Lembek;°C	SNI 06-2434-1991	48-58
Titik Nyala;°C	SNI 06-2433-1991	Min.200
Daktalitas (25°C, 5cm/men, cm)	SNI 06-2432-1991	Min.100
Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	Min.1,0
Kelarutan dalam Tricloro Etylen;% Berat	SNI 06-2438-1991	Min.99
Penurunan berat (dengan TFOT);% Berat	SNI 06-2440-1991	Max.0,8
Penetrasi setelah Penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	Min.54
Daktalitas setelah Penurunan berat, % asli	SNI 06-2432-1991	Min.50

Sumber : Departemen Pekerjaan umum,(2007)

3.5 Penentuan jumlah dan persiapan benda uji

Setelah semua bahan yang diperlukan lulus uji, tahapan selanjutnya adalah penentuan jumlah benda uji dan penyiapan bahan campuran sesuai dengan komposisi campuran (mix Design) yang diperoleh. Untuk penentuan jumlah benda uji dari masing-masing campuran dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 Penentuan Jumlah Benda Uji

1. Penentuan Kadar Aspal Optimum	
Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji
4.0	3
4.5	3
5.0	3
5.5	3
6.0	3
6.5	3
7.0	3

2. Pengujian Perendaman Marshall standar Pada KAO		
Kadar Aspal (%)	Waktu Perendaman (Jam)	Benda Uji
		Air Tawar
Optimum	1	3
Optimum	6	3
Optimum	12	3
Optimum	24	3

Pengujian Perendaman Marshall standar Pada KAO		
Kadar Aspal (%)	Waktu Perendaman (Hari)	Benda Uji
		Air Tawar
Optimum	3	3
Optimum	7	3
Optimum	14	3
Optimum	21	3

3.6 Rancangan campuran

Untuk campuran aspal panas (AC) untuk lapisan *wearing course* dengan spesifikasi gradasi menurut Departemen Permukiman Pekerjaan Umum 2007. Setelah diperoleh berat masing-masing agregat untuk tiap saringan selanjutnya dilakukan proses pencampuran sebagai berikut:

- 1) Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan persentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing-masing fraksi dengan berat campuran kira-kira 1200 gram untuk diameter 4 inci, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap sampai suhu $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- 2) Dilakukan pemanasan aspal untuk pencampuran pada viskositas kinematik 100 ± 10 centistokes. Agar temperatur campuran agregat dan aspal tetap maka pencampuran dilakukan di atas pemanas dan diaduk hingga rata.
- 3) Setelah temperatur pemadatan tercapai yaitu pada viskositas kinematik 100 ± 10 centistokes, maka campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dipanasi pada temperatur 100 hingga 170° dan diolesi vaselin terlebih dahulu, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter atau kertas

lilin (*waxed paper*) yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.

- 4) Pemadatan standar dilakukan dengan pemadat manual dengan jumlah tumbukan 75 kali di bagian sisi atas kemudian dibalik dan sisi bagian bawah juga ditumbuk sebanyak 75 kali.
- 5) Setelah proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan diberi kode.
- 6) Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang beratnya di udara.
- 7) Benda uji direndam dalam air selama 10-24 jam supaya jenuh.
- 8) Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air.
- 9) Benda uji dikeluarkan dari bak dan dikeringkan dengan kain pada permukaan agar kondisi kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*) kemudian ditimbang.
- 10) Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 hingga 40 menit. Untuk uji perendaman mendapatkan stabilitas sisa pada suhu $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.

3.7 Pembuatan benda uji pada kadar aspal optimum

Setelah didapatkan kadar aspal optimum maka dilakukan pembuatan benda uji dengan durasi perendaman 1, 6, 12 dan 24 jam serta 3, 7, 14 dan 21 hari. Kemudian dilakukan uji *Marshall* dengan kondisi standar (2x75 tumbukan) untuk menentukan VIM, VMA, VFA, stabilitas, kelelahan dan hasil bagi *Marshall*. Seluruh kriteria hasil *Marshall* yang didapatkan mengacu pada standar Departemen Perumahan dan Pengembangan Wilayah 2002 yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

3.8 Pengujian pada campuran dengan kadar aspal optimum

Jenis Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian perendaman Marshall yang dilakukan 2 cara pengujian yaitu :

- a. Perendaman *Marshall* standar yaitu untuk kadar aspal optimum perendaman 30 menit, 1, 12, 24 dan 48 jam pada suhu 60°C.
- b. Perendaman *Marshall* modifikasi yaitu untuk kadar aspal optimum perendaman 1, 6, 12 dan 24jam serta 3, 7, 14 dan 21 hari.

3.8.1 Pengujian perendaman Marshall (*Marshall Immersion*) standar

Pengujian perendaman *Marshall* merupakan pengujian perendaman benda uji selama 30 menit dan 24 jam pada bak berisi air dengan suhu konstan 60°C. Setelah perendaman selesai dilakukan kemudian diuji *Marshall* untuk mendapatkan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) campuran.

3.8.2 Pengujian perendaman Marshall (*Marshall Immersion*) modifikasi

Pengujian ini dilakukan setelah didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO), pada pengujian perendaman *Marshall* modifikasi ditetapkan siklus hari perendaman 1, 6, 12 dan 24 jam serta 3, 7, 14 dan 21 hari. Benda uji direndam pada suhu 60°C.

Setelah periode perendaman masing-masing benda uji tercapai kemudian dilakukan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan nilai stabilitas dan flow campuran.

3.9 Penyajian dan analisis data

Penyajian analisis data disajikan setelah semua proses penelitian berupa seluruh pengujian sifat bahan dan pengujian karakteristik *Marshall* campuran telah tercapai atau telah diselesaikan.

3.9.1 Penyajian data

Penyajian data yang dimaksud adalah penyajian data sifat bahan dan karakteristik campuran *Marshall* dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Pengujian ini dimaksudkan sebagai bahan didalam menganalisis data dari pengujian yang dimaksud, yaitu analisis penentuan karakteristik *Marshall*, penentuan indeks kekuatan sisa dari campuran beton aspal.

3.9.2 Analisis data

Pada tahap ini semua data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk menilai pengaruh dari masing-masing pengujian/perlakuan terhadap durabilitas campuran beton aspal. Analisis meliputi penentuan karakteristik *Marshall*, penentuan stabilitas dari campuran beton aspal.

3.10 Kesimpulan dan saran

Dalam bagian ini akan diuraikan hasil-hasil penting yang diperoleh dari tahap analisis data sehubungan dengan tujuan penelitian. Uraian hasil-hasil tersebut merupakan kesimpulan dari penelitian ini. Selanjutnya berdasarkan kesimpulan tersebut diberikan saran yang dapat menjadi acuan/rekomendasi terhadap penelitian lebih lanjut dalam rangka melengkapi dan mengembangkan topik penelitian ini.

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penyajian Data

4.1.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Bahan agregat yang digunakan pada penelitian ini, yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang berasal dari Stock Pile PT. Cisco Sinar yang diambil dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan dan disajikan dalam Tabel 4.1 dan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Bahan Agregat

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Sat	Hasil	Spesifikasi
1. Chipping				
Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>)	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,61	$\geq 2,5$
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,66	$\geq 2,5$
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	2,75	$\geq 2,5$
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	1,93	$\leq 3,0$
Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990	-	Lihat Tabel 4.2	
Keausan Agregat	SNI-03-2417-1991	%	16,33	≤ 40
Indeks Kepipihan	SNI-M-25-1991-03	%	5.9	≤ 25
2. Pasir				
Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>)	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,55	$\geq 2,5$
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,62	$\geq 2,5$
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	2,74	$\geq 2,5$
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	2,75	$\leq 3,0$
Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990	-	Lihat Tabel 4.2	
Sand Equivalent (S.E)	SNI-5-02-1993-1990	%	65,22	≥ 50
3. Abu Batu				
Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>)	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,71	$\geq 2,5$
Berat Jenis SSD	SNI-03-1969-1990	Gr/cc	2,76	$\geq 2,5$
Berat Jenis Semu	SNI-03-1969-1990	%	2,84	$\geq 2,5$
Penyerapan Air	SNI-03-1969-1990	%	1,66	$\leq 3,0$
Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990	-	Lihat Tabel 4.2	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Transportasi Universitas Hasanuddin

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

Ukuran Saringan		% Lolos Saringan		
Inchi	mm	Gradasi Chipping	Gradasi Pasir	Gradasi Abu Batu
3/4"	19.1	100	100	100
1/2"	12.7	87,24	100	100
3/8"	9.52	52,64	100	100
4	4.76	10,72	100	100
8	2.38	0	85,33	72,60
16	1.18	0	73,33	54,80
30	0.59	0	58,60	38,73
50	0.28	0	32,60	28,53
200	0.08	0	7,27	10
PAN		0	0	0

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Transportasi Universitas Hasanuddin

4.1.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal minyak penetrasi 60/70 yang diperoleh dari gudang aspal Dinas Prasarana Wilayah Propinsi Sul-Sel, Unit Pelaksana Teknis Dinas Material Jalan dan Jembatan, Makassar. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal disajikan dalam Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak Pen 60/70

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min	Max	
Penetrasi (25°C, 5 detik, 100 gr)	66.7	60	79	0.1 mm
Titik nyala (<i>Clev. Open cup</i>)	290	200	-	°C
Titik Bakar (<i>Clev. Open cup</i>)	310	-	-	-
Titik Lembek (<i>Ring and Ball</i>)	51	48	58	°C
Berat Jenis	1.03	1	-	gr/cc
Daktilitas	114.5	100	-	cm
Penurunan Berat	0.25	-	0.8	% Berat Semula
Penetrasi Setelah Penurunan Berat	66.7	54	-	0.1 mm
Viskositas Pencampuran 170 Cst (°C)	150	100	-	°C

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Transportasi Universitas Hasanuddin

4.2 . Analisa Rancangan Campuran

Terlebih dulu menentukan proporsi campuran agregat Laston AC-WC diperoleh dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and Error*) dengan prosedur kerjanya sebagai berikut :

1. Memahami batasan gradasi yang disyaratkan
2. Memasukkan data spesifikasi yang disyaratkan

Setelah diperoleh komposisi campuran dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and error*), kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan persentase tertahan pada masing-masing saringan.

Proporsi campuran laston AC-WC :

- ✓ Chipping = 54 %
- ✓ Abu batu = 38 %
- ✓ Pasir = 8 %

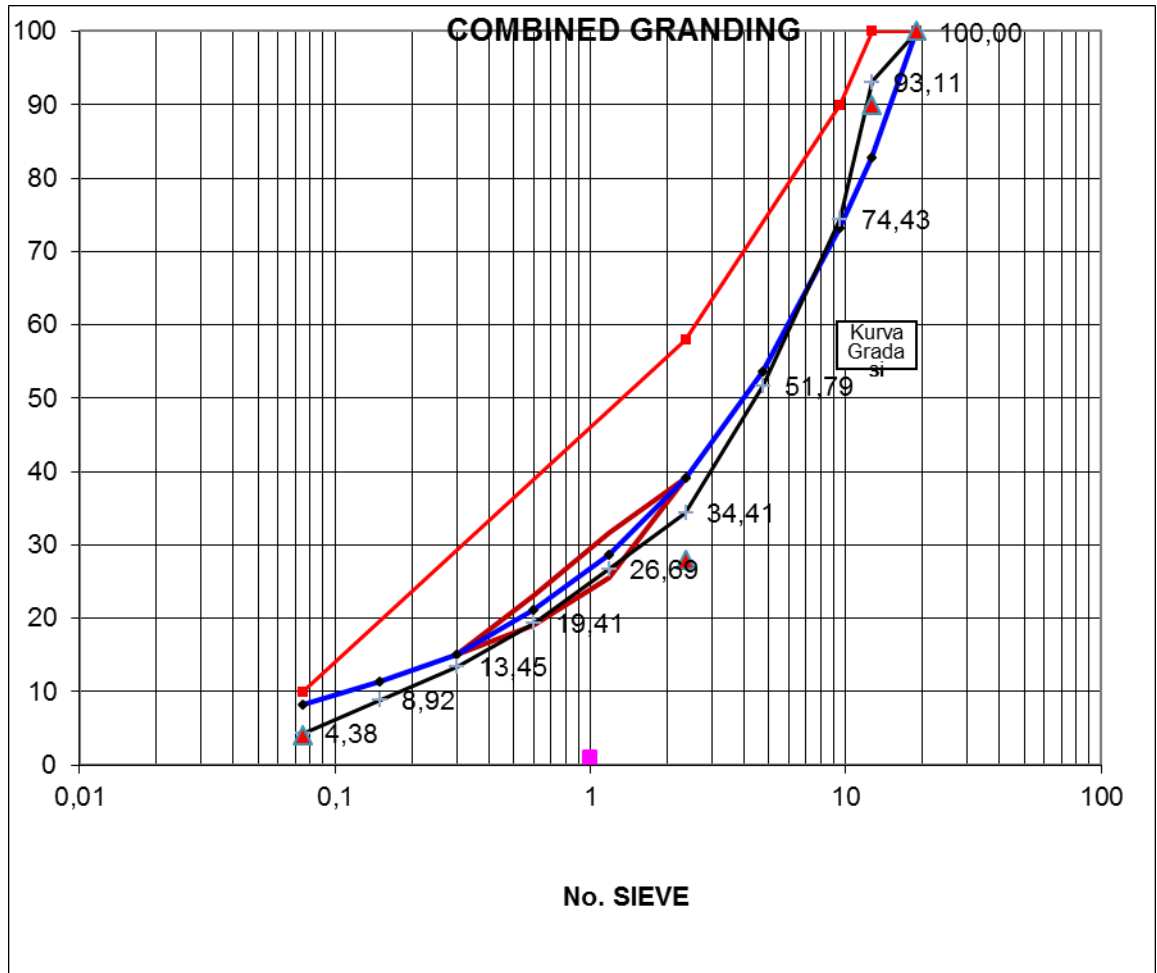
Sesuai dengan komposisi diatas, dilakukan penggabungan agregat yang disajikan dalam bentuk Tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Rancangan Campuran Laston AC-WC

No.Saringan		Chipping (%)	Pasir (%)	Abu-Batu (%)	Agregat Gabungan (%)	Spesifikasi Agregat	Daerah larangan
Inchi	mm						
3/4"	19.1	54	8	38	100	100	
1/2"	12.7	47.11	8	38	93.11	90-100	
3/8"	9.52	28.43	8	38	74.43	Maks 90	
4	4.76	5.79	8	38	51.79		-
8	2.38	0	6,83	27.59	34.41	28-58	39,1
16	1.18	0	5.87	20.82	26.69	-	25,6-31,6
30	0.59	0	4.69	14.72	19.41	-	19,1-23,1
50	0.28	0	2.61	10.84	13.45	-	15,5
200	0.08	0	0.58	3.80	4.38	4,-10	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Transportasi Universitas Hasanuddin

Sedangkan untuk kurva gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Gradasi Agregat Gabungan AC-WC

4.3.Pembuatan Benda Uji Pada Penentuan KAO

4.3.1. Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana

Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K$$

Keterangan:

P_b : Perkiraan Kadar Aspal Optimum

CA : Nilai persentase agregat kasar

FA : Nilai persentase agregat halus

FF : Nilai persentase *Filler*

K : Konstanta (kira-kira 0,5-1,0)

Hasil perhitungan P_b dibulatkan ke 0,5% ke atas dan ke bawah terdekat.

Dari hasil campuran gabungan ketiga fraksi agregat di atas diperoleh kadar aspal dari 4% sampai 7% dengan tingkat kenaikan kadar aspal 0,5%. Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah kadar aspal yang mengalami overlap dari selang yang memenuhi semua spesifikasi dari parameter-parameter yang ditentukan dengan menggunakan standar Bina Marga, dimana ada 6 parameter yang harus dipenuhi, yaitu : Stabilitas, Kelelehan (*Flow*), *Marshall Quotient* (MQ). Rongga terisi aspal (VFA), Rongga dalam Campuran (VIM) dan Rongga dalam agregat (VMA).

4.3.2 Penentuan Berat Agregat dan Berat Aspal Dalam Campuran

Setelah Mendapatkan persentase masing-masing fraksi agregat dan aspal, maka ditentukan berat material untuk rancangan campuran dengan kapasitas mold yang ada. Contoh untuk campuran AC-WC sebagai berikut :

- ✓ Kadar aspal = 4,0 %
- ✓ Kapasitas mold = 1100 gr
- ✓ Berat aspal = 4,0 % x 1100 = 44 gr
- ✓ Berat Total Agregat = (100 - 4,0 %) x 1100 = 1056 gr

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Chipping} & = & 56 \% \times 1056 \text{ gr} = 591,36 \text{ gr} \\
 \text{Pasir} & = & 8\% \times 1056 \text{ gr} = 84,48 \text{ gr} \\
 \text{Abu batu} & = & 38\% \times 1056 \text{ gr} = 401,28 \text{ gr} + \\
 \hline
 \text{Total aregat} & & = 1056,0 \text{ gr}
 \end{array}$$

Selanjutnya untuk berat aspal dan berat agregat pada masing-masing kadar aspal yang digunakan dalam percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Berat Aspal dan Agregat Pada Campuran AC-WC

Kadar Aspal	Berat Aspal Terhadap Campuran	chipping (56%)	Pasir (8%)	Abu batu (36%)	Total Agregat Gabungan	Total Berat Campuran
(%)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
4,0	44	591.36	84.48	380.16	1056	1100
4.5	49.5	588.28	84.04	378.18	1050.5	1100
5,0	55	585.20	83.60	376.20	1045	1100
5.5	60.5	582.12	83.16	374.22	1039.5	1100
6,0	66	579.04	82.72	372.24	1034	1100
6.5	71.5	575.96	82.28	370.26	1028.5	1100
7,0	77	572.9	81.14	368.3	1023	1100

4.3.3 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat serta berat jenis aspal diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Material	Berat jenis kering udara	Berat jenis semu	Berat jenis efektif
	a	B	c = (a+b)/2
Chipping	2.61	2.75	2.68
Pasir	2.55	2.74	2.645
Abu-batu	2.71	2.84	2.775
Aspal Pen 60/70	1.03		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Transportasi Universitas Hasanuddin

Berdasarkan data hasil pemeriksaan diatas, maka berat jenis gabungan agregat dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Bj.kering udara dari tot.agregat } (G_{sb})_{\text{Tot.agregat}} = \frac{100}{\frac{54\%}{2,61} + \frac{8\%}{2,55} + \frac{38\%}{2,71}}$$

Jadi berat jenis kering udara total agregat adalah 2,65%

$$\text{Bj.semua dari total.agregat } (G_{sa})_{\text{Tot.agregat}} = \frac{100}{\frac{54\%}{2,75} + \frac{8\%}{2,74} + \frac{38\%}{2,84}} = 2,78\%$$

Jadi berat jenis semua total agregat adalah 2,78 %

$$\text{Bj.efektif Agregat } (G_{sc}) = \frac{2,65+2,78}{2} = 2,71\%$$

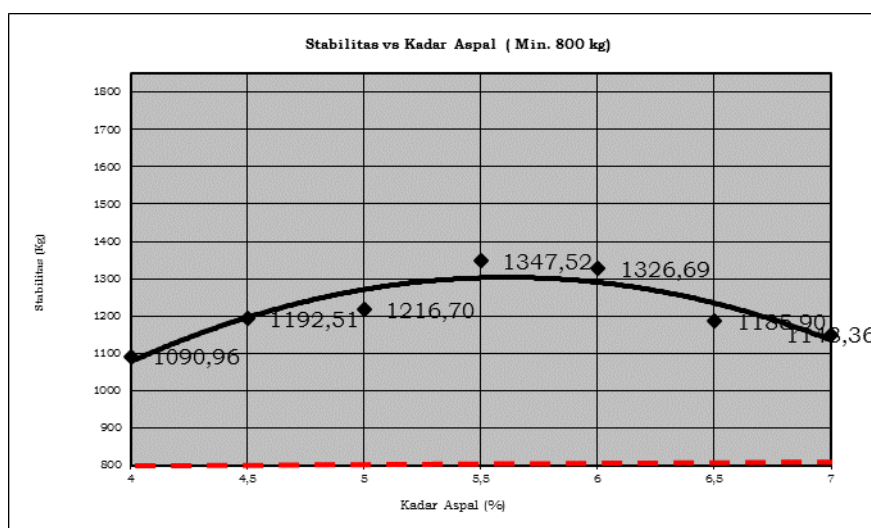
Jadi berat jenis efektif agregat adalah 2,71 %

$$\text{Penyerapan Aspal } (P_{ba}) = \frac{2,71-2,65}{2,71 \times 2,65} \times 1,03 \times 100\% = 0,86\%$$

Jadi penyerapan aspal adalah 0,86 %

4.4 Analisis Data Pada Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

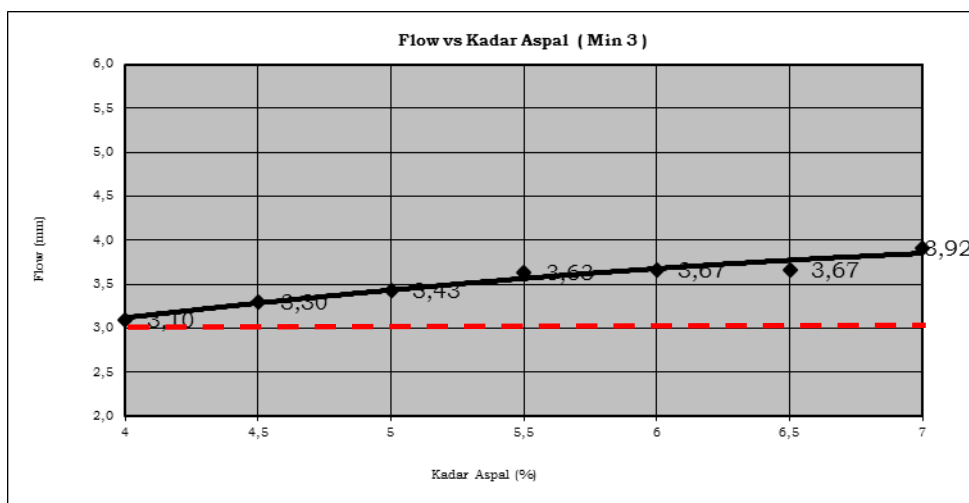
- ❖ Pengaruh kadar aspal terhadap Stabilitas campuran AC-WC



Gambar 4.2 Grafik Hubungan kadar aspal dan stabilitas

Dari Gambar 4.2 diatas bahwa nilai stabilitas naik dari kadar aspal 4% sampai 5.5%, kemudian stabilitas menurun dengan penambahan kadar aspal sampai 7%. Stabilitas turun karena film aspal terlalu tebal menyelimuti agregat. Nilai stabilitas diatas memenuhi spesifikasi yang disyaratkan Bina Marga minimal 800 kg.

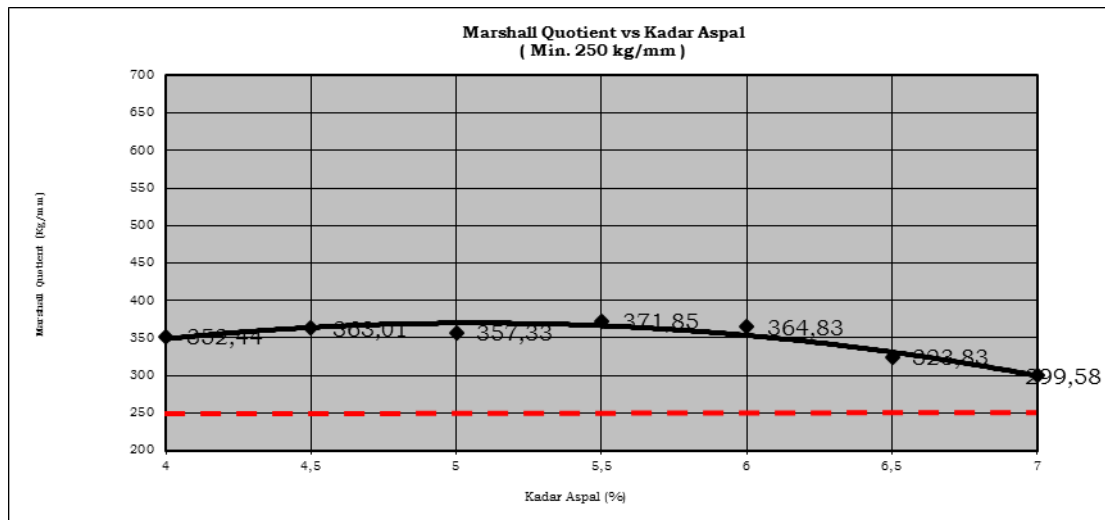
❖ Pengaruh kadar aspal terhadap Flow campuran AC-WC



Gambar 4.3 Grafik Hubungan kadar aspal dan flow

Dari Gambar 4.3 diatas dengan penambahan kadar aspal maka nilai flow juga naik, hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal , campuran semakin plastis, sesuai sifat aspal sebagai bahan pengikat semakin banyak aspal menyelimuti batuan semakin baik ikatan antara agregat dengan aspal yang menyebabkan nilai flow semakin tinggi.

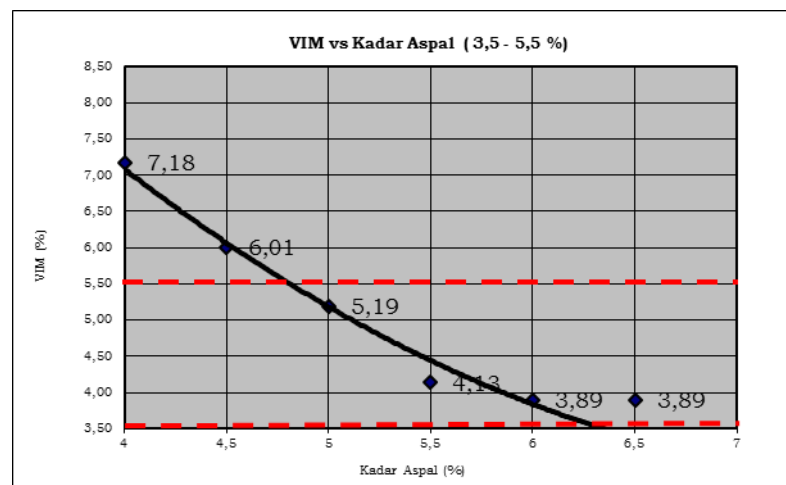
❖ Pengaruh kadar aspal terhadap Marshall Quotient campuran AC-WC



Gambar 4.4 Grafik Hubungan kadar aspal dan MQ

Dari Gambar 4.4 diatas nilai MQ memenuhi spesifikasi minimal 200 kg/mm yang disyaratkan. MQ merupakan hasil bagi antara stabilitas dan flow yang mengindikasikan pendekatan kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran aspal

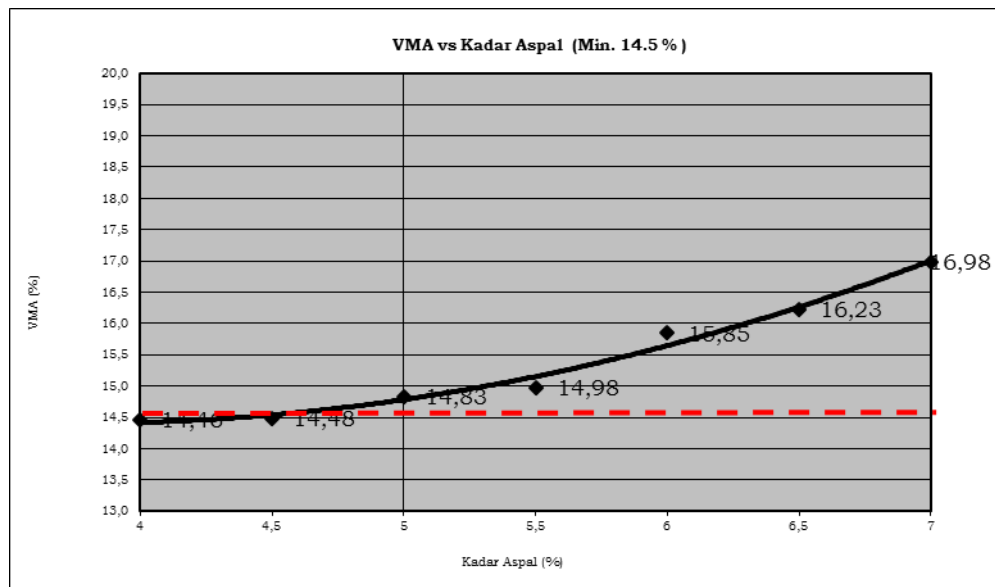
❖ Pengaruh kadar aspal terhadap VIM campuran AC-WC



Gambar 4.5 Grafik Hubungan kadar aspal dan VIM

Dari Gambar 4.5 diatas nilai VIM semakin kecil dengan penambahan kadar aspal, dengan bertambahnya kadar aspal, maka jumlah aspal yang mengisi rongga antar butiran agregat semakin bertambah, sehingga volume rongga dalam campuran menurun. VIM menyatakan banyaknya persentase rongga udara dalam campuran aspal.

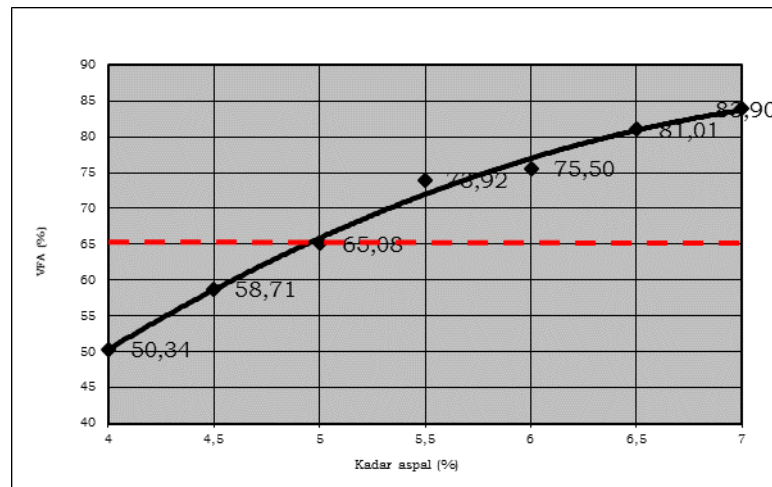
❖ Pengaruh kadar aspal terhadap VMAcampuran AC-WC



Gambar 4.6 Grafik Hubungan kadar aspal dan VMA

Dari Gambar 4.6 diatas nilai VMA semakin meningkat dengan penambahan kadar aspal, nilai VMA diatas memenuhi spesifikasi minimal 18 %.

❖ Pengaruh kadar aspal terhadap VFAcampuran AC-WC



Gambar 4.7 Grafik Hubungan kadar aspal dan VFA

Nilai VFA menunjukkan persentase besarnya rongga yang dapat terisi aspal. Dari tabel diatas nilai VFA meningkat dengan penambahan kadar aspal. Semakin banyak kadar aspal maka campuran semakin awet dan semakin sedikit kadar aspal maka agregat yang terselimuti aspal semakin tipis yang menyebabkan campuran tidak awet.

4.5 Pembahasan

4.5.1 Data Uji *Marshall* Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Untuk memperoleh kadar aspal optimum (K.A.O) campuran Lapisan Aspal Beton (Laston), dalam penelitian ini digunakan kadar aspal mulai dari 4% sampai dengan 7% dengan tingkat kenaikan kadar aspal 0,5%. Data hasil pengujian dan analisa parameter Marshall disajikan pada tabel 4.7, selanjutnya kadar aspal optimum (K.A.O) ditentukan dengan menggunakan standar Bina Marga, dimana ada 6 parameter yang harus dipeenuhi yaitu : Stabilitas, Kelelehan

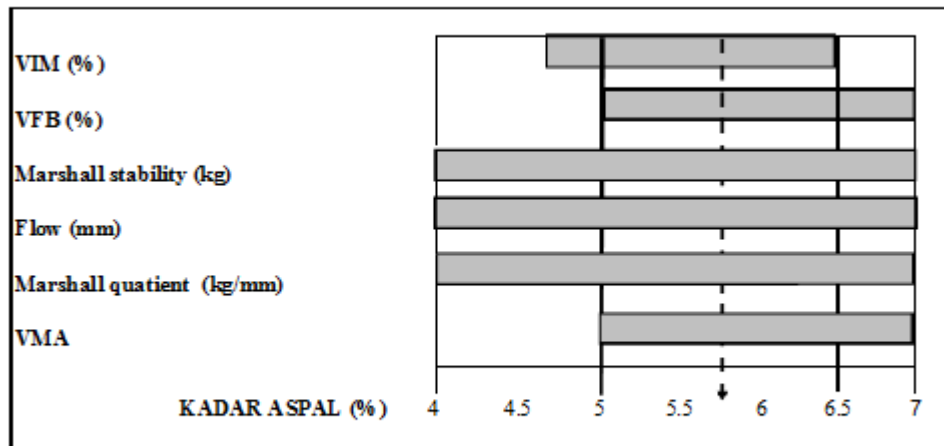
(Flow), *Marshall Quotien* (MQ), rongga terisi aspal (VFB), rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA).

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik Marshall Campuran Beraspal		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)
Spesifikasi	Min	800	3	250	3,5	15	65
	Maks	-	-	-	5,5	-	-
4		1123.24	3.00	374.41	7.08	14.37	50.70
		1042.36	3.20	325.74	7.34	14.60	49.74
		1107.27	3.10	357.18	7.11	14.40	50.58
Rata-Rata		1090.96	3.10	352.44	7.17	14.46	50.34
4,5		1101.46	3.40	323.96	4.85	13.43	63.87
		1152.27	2.90	397.33	6.37	14.81	56.99
		1323.80	3.60	367.72	6.80	15.20	55.28
Rata-Rata		1192.51	3.30	363.01	6.01	14.48	58.71
5		1137.75	3.20	355.55	4.96	14.63	66.10
		1224.15	3.90	313.89	4.82	14.50	66.78
		1288.21	3.20	402.57	5.79	15.37	62.36
Rata-Rata		1216.70	3.43	357.33	5.19	14.84	65.10
5.5		1359.38	3.40	399.82	1.52	12.66	88.03
		1352.27	3.70	365.48	7.00	17.53	60.05
		1330.92	3.80	350.24	3.88	14.76	73.69
Rata-Rata		1347.52	3.63	371.85	4.13	15.00	73.92
6		1400.84	3.50	400.24	3.80	15.76	75.92
		1234.08	3.30	373.96	4.48	16.37	72.61
		1345.15	4.20	320.27	3.40	15.41	77.97
Rata-Rata		1326.69	3.67	364.83	3.90	15.85	75.49
6,5		1193.18	3.50	340.91	2.48	15.69	84.20
		1191.81	3.80	313.64	2.87	16.03	82.10
		1172.72	3.70	316.95	3.94	17.69	76.74
Rata-Rata		1185.90	3.67	323.83	3.09	16.22	81.01
7		1117.75	4.70	237.82	2.52	16.79	84.97
		1195.69	3.45	346.58	2.27	16.57	86.33
		1131.66	3.60	314.35	3.45	17.58	80.40
Rata-Rata		1148.36	3.92	299.58	2.75	16.58	83.90

Dari nilai karakteristik campuran yang dihasilkan pada test Marshall tersebut diatas, maka dapat ditentukan kadar aspal optimum sebagai berikut:

PENENTUAN KADAR ASPAL OPTIMUM



$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{5 + 6.5}{2} = 5.75 \%$$

Gambar 4.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-WC

4.6 Data Pengujian Campuran Pada Kadar Aspal Optimum

4.6.1 Data pengujian Perendaman *Marshall* Standar (*Marshall Immersion*)

Pengujian ini dilakukan dengan membagi waktu perendaman menjadi 2 kelompok ,yaitu kelompok pertama benda uji direndam selama 30 menit dan kelompok kedua direndam selama 24 jam pada suhu perendaman 60°C.

Tabel 4.8 Data pengujian Perendaman *Marshall* Standar (*Marshall Immersion*)

Jenis Rendaman	Durasi perendaman	Benda uji	Karakteristik Marshall Campuran Beraspal					
			Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)
Air Tawar	0,5 jam	1	1530.39	3.20	478.25	4.59	15.85	71.05
		2	1598.19	3.10	515.55	4.65	15.91	70.76
		3	1480.37	3.40	435.40	4.41	15.70	71.89
	Rata-rata		1536.32	3.23	476.40	4.55	15.82	71.23
	24 jam	1	1403.30	3.00	467.77	5.09	16.30	68.74
		2	1485.60	3.30	450.18	5.01	16.22	69.12
		3	1345.15	2.80	480.41	5.12	16.32	68.65
	Rata-rata		1411.35	3.03	466.12	5.07	16.28	68.84

4.7. Analisis Data Pengujian Perendaman *Marshall* Modifikasi

Pengujian perendaman *Marshall* modifikasi ini dilakukan selama 1, 6, 12, 24 jam dan 3, 7, 14, 21 hari. Proses pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh infiltrasi air terhadap penurunan kekuatan campuran beraspal akibat masuknya air kedalam campuran yang akan menyebabkan hilangnya ikatan adhesi antara agregat dan aspal. Berikut hasil perbandingan berat benda uji sebelum dan setelah direndam dengan durasi waktu 1, 6, 12 dan 24 jam.

Tabel 4.9 Perbandingan berat benda uji sebelum dan setelah direndam.

Durasi perendaman	Benda uji	Berat normal (Kg)	Berat setelah Direndam (Kg)
1 jam	1	1077	1083
	2	1061	1068
	3	1079	1083
Rata-rata		1072,33	1078
6 jam	1	1071	1084
	2	1085	1098
	3	1069	1082
Rata-rata		1075	1088
12 jam	1	1063	1084
	2	1082	1101
	3	1075	1093
Rata- rata		1073,33	1092,67
24 jam	1	1065	1085
	2	1072	1097
	3	1075	1098
Rata- rata		1070,67	1093,33

Berikut perbandingan berat benda uji sebelum dan setelah perendaman dengan durasi waktu 3, 7, 14, dan 21 hari.

Tabel 4.10 Perbandingan benda uji sebelum dan setelah direndam.

Durasi perendaman	Benda uji	Berat normal (Kg)	Berat setelah Direndam (Kg)
3 hari	1	1071	1075
	2	1088	1093
	3	1081	1086
Rata-rata		1080	1084,67
7 hari	1	1071	1086
	2	1063	1075
	3	1067	1085
Rata-rata		1067	1082
14 hari	1	1085	1098
	2	1075	1088
	3	1078	1089
Rata- rata		1079,33	1091,67
21 hari	1	1071	1095
	2	1065	1085
	3	1069	1089
Rata- rata		1068,33	1089,67

Dari kedua tabel diatas dapat kita lihat bahwa setelah dilakukan proses perendaman dengan durasi waktu yang sudah ditentukan campuran aspal yang telah direndam mengalami penambahan berat dikarenakan masuknya air kedalam rongga campuran beraspal. Dengan semakin lamanya durasi perendaman maka semakin besar pula volume air yang masuk kedalam campuran.

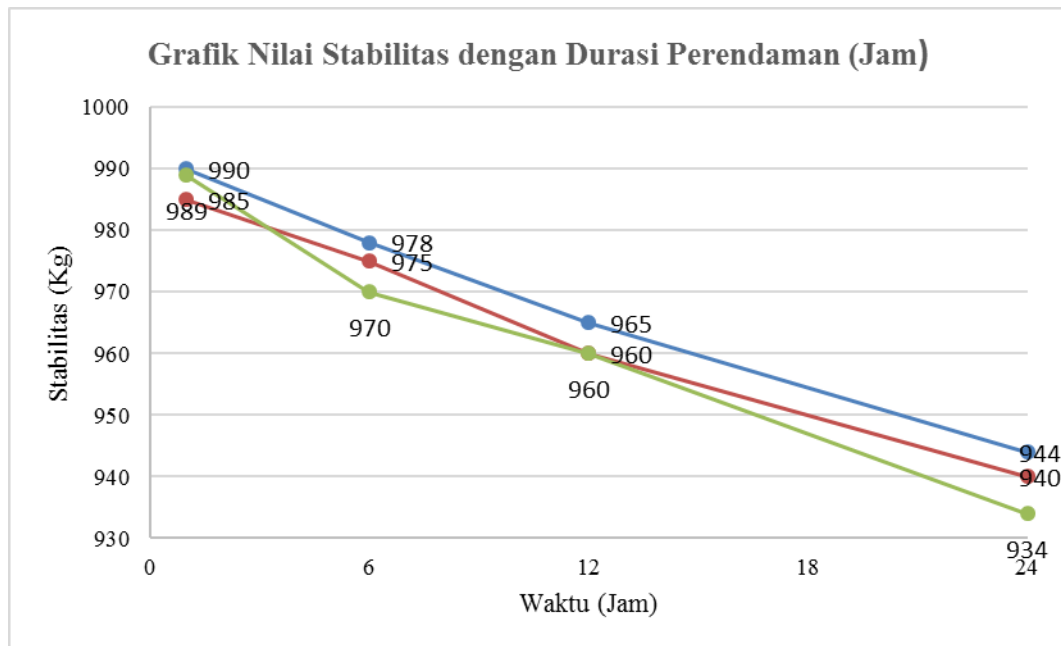
4.8 Hubungan lama perendaman dengan Stabilitas.

Stabilitas merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja diatasnya tanpa mengalami perubahan

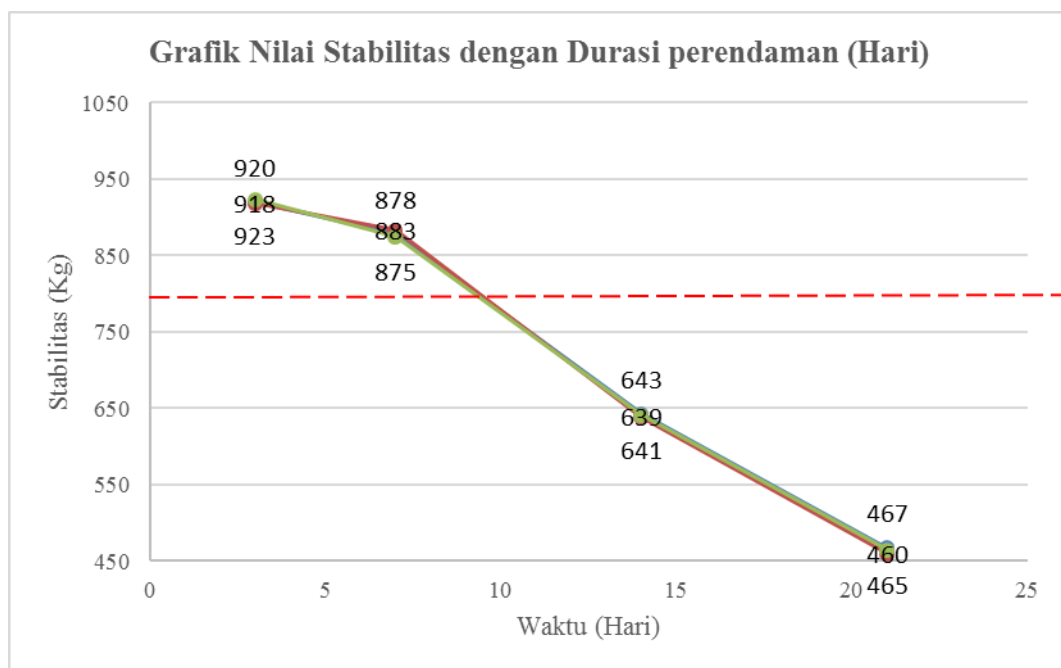
bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*) danalur (*rutting*). Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat (*internal friction*) dan penguncian antar agregat (*interlocking*), daya lekat (*cohesion*) dan kadar aspal dalam campuran.

Penggunaan aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring dengan penambahan aspal, nilai stabilitas akan meningkat hingga batas maksimum. Penambahan aspal diatas batas maksimum justru akan menurunkan stabilitas campuran itu sendiri sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan dihasilkan.

Nilai stabilitas yang disyaratkan adalah lebih dari 800 kg. Lapis perkerasan dengan stabilitas kurang dari 800 kg akan mudah mengalami *rutting*, karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sebaliknya jika stabilitas perkerasan terlalu tinggi maka perkerasan akan mudah retak karena sifat perkerasan menjadi kaku.



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Lama Perendaman (Jam)



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Lama Perendaman (Hari)

Nilai stabilitas yang diperoleh dari hasil pengujian yang dilakukan mengindikasikan bahwa kekuatan atau ketahanan campuran akibat perendaman dan suhu menyebabkan menurunnya tingkat kelekatan aspal dalam campuran tidak hanya karena akibat dari perendaman tetapi juga akibat dari suhu dari rendaman yang tinggi. Berdasarkan kedua gambar diatas dapat diketahui bahwa nilai stabilitas yang diperoleh mulai dari durasi perendaman 1, 6, 12 dan 24 jam (gambar 1) serta 3 dan 7 hari (gambar 2) menunjukkan bahwa nilai stabilitas yang dihasilkan mengalami penurunan tetapi masih memenuhi standar yang disyaratkan yaitu lebih dari 800 kg. Sedangkan pada durasi perendaman 14 dan 21 hari (gambar 2) nilai stabilitas yang diperoleh sudah tidak memenuhi standar yang diisyaratkan yaitu kurang dari 800 kg. Dengan nilai stabilitas yang kurang dari 800 kg, maka akan mudah mengalami *rutting*.

4.9 Analisis Lama Perendaman Dan Suhu Terhadap Aspal

Secara umum komposisi aspal terdiri dari asphaltenes dan maltenes. Pada sifat fisik Asphaltenes merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang larut dalam heptane. Secara kimia, aspal terdiri dari senyawa aromatik, parafinik dan alifatik dimana senyawa kimia tersebut berbeda dalam rangkaian hidrokarbonnya. Senyawa parafinik merupakan salah satu senyawa kimia aspal yang sangat peka terhadap suhu dimana setiap kenaikan suhu akan mempengaruhi ikatan antar molekul molekul senyawa parafinik sehingga struktur parafinik dapat berubah dan akan dengan mudah berikatan dengan unsure lain dalam usaha penstabilan struktur karbonnya sehingga akan mempengaruhi nilai kohesi dan kestabilan keseluruhan ikatan molekul penyusun dari aspal. Dapat pula diketahui bahwa

terdapat hubungan spesifik antara sifat fisik (malten) dan kimia dari aspal itu sendiri (senyawaparafin) dimana Parafin dan maltene tersebut sangat peka oleh suhu dalam hubungannya terhadap nilai durabilitas dari suatu campuran. Berdasarkan analisis dari hasil pengujian yang dilakukan, pengaruh lama rendaman dan suhu yang diberikan terhadap karakteristik aspal disebabkan oleh kereaktifan senyawa *Parafin* dari dalam aspal dimana kereaktifan senyawa *paraffin* ini menyebabkan ketidakstabilan ikatan molekul-molekul penyusun dari aspal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan uji Marshall, nilai kekuatan/stabilitas (AC-WC) mengalami penurunan pada saat dilakukan perendaman dengan air hujan sesuai dengan durasi waktu yang sudah ditentukan.
2. Air yang meresap masuk ke dalam suatu perkerasan jalan (aspal) dapat mengakibatkan retakan pada struktur perkerasan jalan (aspal).

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang dapat disarankan , adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk meminimalisir kerusakan jalan akibat genangan banjir, maka rancangan drainase serta pemeliharaan jalan itu sendiri harus benar-benar diperhatikan. Sehingga jalan dapat bebas dari genangan banjir.
- 2) Pemeliharaan jalan juga memerlukan dukungan dari berbagai pihak, terutama para pengguna jalan agar dapat memahami kemampuan dan daya dukung infrastruktur jalan.

DOKUMENTASI PENELITIAN

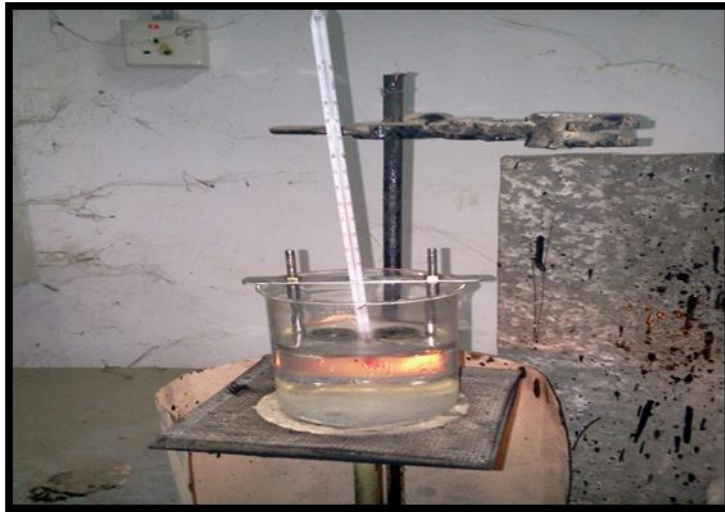


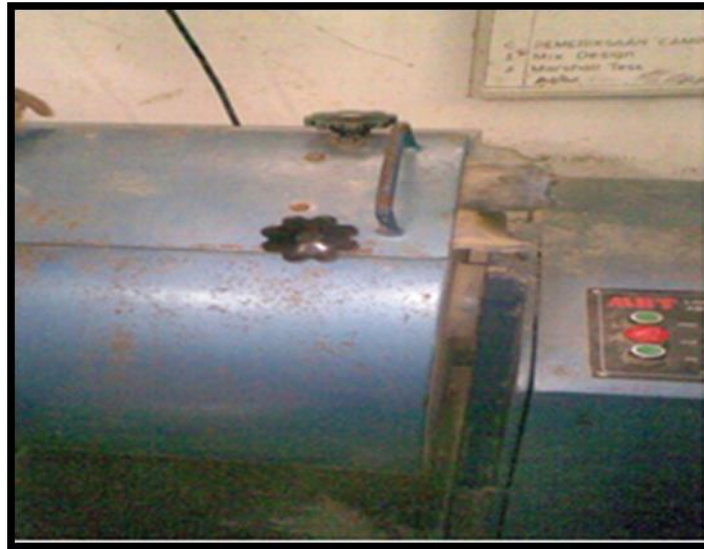


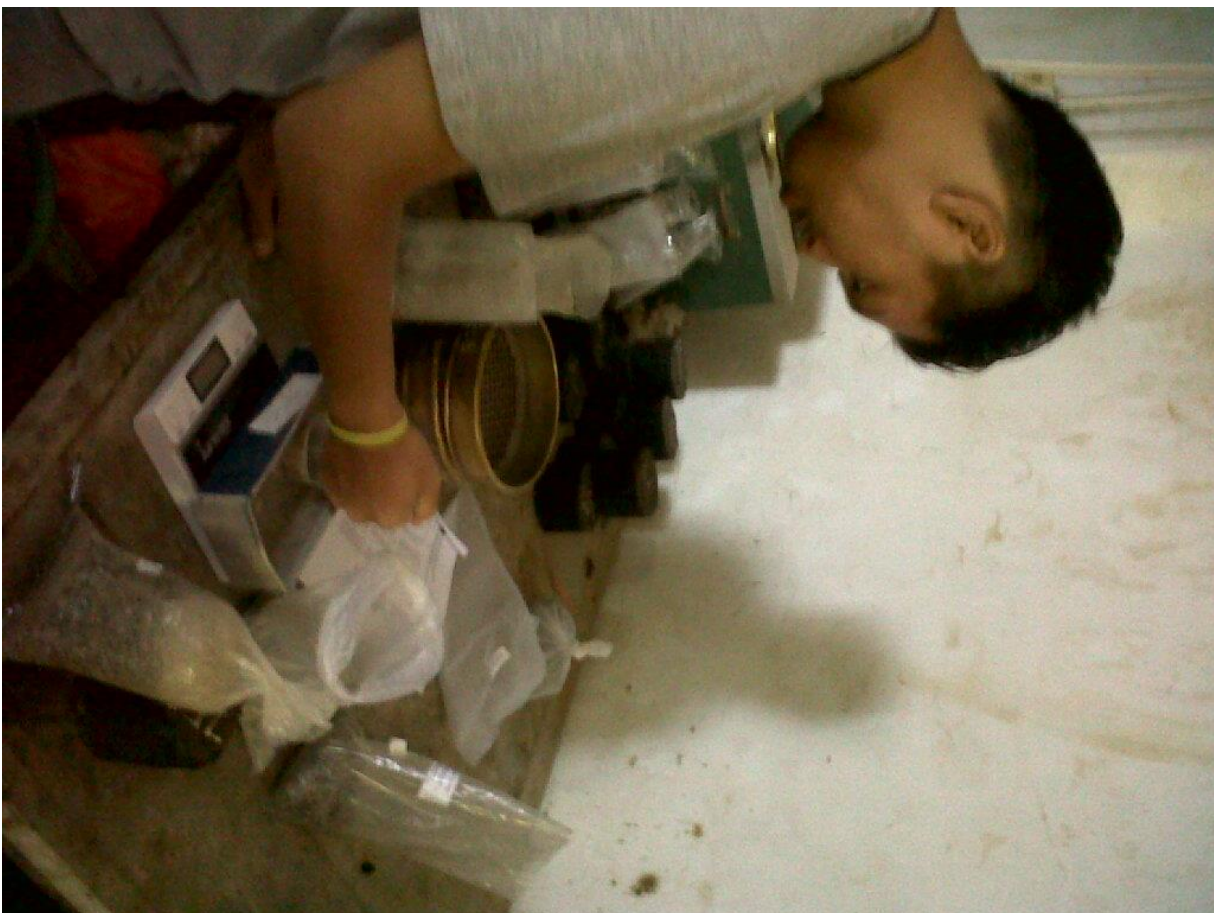




















ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR/KERIKIL
(Shieve Analysis)

Tanggal 26 September 2013 Jurusan : Teknik Sipil
Berat Contoh : 2500 gram Metode : SNI-03-1968-1990

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
3/4"	0	0	0,00	100,00
1/2"	319	319	12,76	87,24
3/8"	865	1184	47,36	52,64
4	1048	2232	89,28	10,72
8	268	2500	100,00	0,00
16	0	2500	100,00	0,00
30	0	2500	100,00	0,00
50	0	2500	100,00	0,00
200	0	2500	100,00	0,00
PAN	0	2500	100,00	0,00

Mengetahui
Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir.Sakti Adji Adisasmita, M.Si.,M.Eng, Sc PhD
Nip. 196404221993031001



ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS/PASIR
(Shieve Analysis)

Tanggal 26 September 2016 Jurusan : Teknik Sipil
Berat Contoh : 1500 gram Metode : SNI-03-1968-1990

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
3/4"	0	0	0,00	100,00
1/2"	0	0	0,00	100,00
3/8"	0	0	0,00	100,00
4	0	0	0,00	100,00
8	220	220	14,67	85,33
16	180	400	26,67	73,33
30	221	621	41,40	58,60
50	390	1011	67,40	32,60
200	380	1391	92,73	7,27
PAN	109	1500	100,00	0,00

Mengetahui
Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir.Sakti Adji Adisasmita, M.Si.,M.Eng, Sc PhD
Nip. 196404221993031001



ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS/DEBU BATU
(Shieve Analysis)

Tanggal 26 September 2013
Berat Contoh : 1500 gram

Jurusan : Teknik Sipil
Metode : SNI-03-1968-1990

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persen Total Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
3/4"	0	0	0,00	100,00
1/2"	0	0	0,00	100,00
3/8"	0	0	0,00	100,00
4	0	0	0,00	100,00
8	411	411	27,40	72,60
16	267	678	45,20	54,80
30	241	919	61,27	38,73
50	153	1072	71,467	28,533
200	278	1350	90,00	10,00
PAN	150	1500	100,00	0,00

Mengetahui
Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi

Ir.Sakti Adji Adisasmita, M.Si.,M.Eng, Sc PhD
Nip. 196404221993031001

DAFTAR PUSTAKA

- Craus. Et al., 1981, *Durability of Bituminous Paving Mixtures as Related to fillerType and Properties*, Proceedings of the Association of Asphalt PavinTechnologists, Asphalt Paving Technology, vol.5o pp. 293-315, UK.
- Departemen Pekerjaan Umum (2007). *Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan*, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Jakarta
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2006. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*, Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Laboratorium Rekayasa Transportasi. 2009. *Penuntun Praktikum Laboratorium Rekayasa Transportasi, edisi kelima*, Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Saodang,Hamirhan. 2005. *Konstruksi Jalan Raya, Perancangan Perkerasan Jalan Raya*.Buku 2.Cet. 1.Nova. Bandung
- Sukirman. Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas, Edisi Kedua*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Syamsul & Arafat M.H. 2008. *Pengaruh Genangan Air Hujan Terhadap Campuran Beton Aspal*, Makassar: Program Studi Teknik sipil Universitas Hasanuddin
- Departemen Pekerjaan Umum (1999). *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*